

Studi Eksperimental Pengaruh Substitusi Blotong Terhadap Kuat Tekan Paving Block

Nabila Ayu Sabrina¹, Alvian², Mar'atus Sholichah³, Ica Sulastriningsih⁴

^{1,2,3,4} Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

^{1,2,3,4} Jalan Soekarno Hatta No. 9 Kota Malang

¹E-mail: nabilanaysa@polinema.ac.id

Abstract — *This experimental study evaluates the use of blotong as a substitute material in the manufacture of paving blocks without using gravel. This study prepared 6 samples, with 2 samples tested for compressive strength at 21 days and the other 4 samples tested for compressive strength at 28 days. The results of this study indicate an increase in the compressive strength of the paving blocks as the age of the test specimens increases, from 50–60 kN at 21 days to 45.89–147.86 kN at 28 days. In this study, one of the samples had the lowest compressive strength, namely sample 6 with 45.89 kN. Sample 6 was tested at 28 days, but still showed the worst compressive strength, which could be attributed to the consistency of the mixture, the consistency of compaction, or the material. All test specimens in this study failed to achieve the standards of SNI 03-0691-1996 for Class D paving blocks, as the water absorption and compressive strength values of the test specimens did not meet the minimum values specified in SNI 03-0691-1996.*

Keywords: *blotong; paving block; compressive strength; water absorption; SNI- 03-0691-1996.*

Abstrak — *Penelitian eksperimental ini mengevaluasi penggunaan blotong sebagai bahan pengganti dalam pembuatan paving block tanpa menggunakan kerikil. Penelitian ini menyiapkan 6 sampel, dengan 2 sampel diuji kuat tekannya pada umur 21 hari dan 4 sampel lainnya diuji kuat tekannya pada umur 28 hari. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan kuat tekan paving block seiring dengan bertambahnya umur benda uji, yaitu dari 50–60 kN pada umur 21 hari menjadi 45,89–147,86 kN pada umur 28 hari. Dalam penelitian ini, salah satu sampel memiliki kuat tekan terendah, yaitu sampel 6 dengan nilai 45,89 kN. Sampel 6 diuji pada umur 28 hari, namun tetap menunjukkan kuat tekan terendah, yang dapat disebabkan oleh ketidakkonsistenan pada campuran, proses pemadatan, atau kualitas material. Semua benda uji dalam penelitian ini gagal memenuhi standar SNI 03-0691-1996 untuk paving block kelas D, karena nilai serapan air dan kuat tekan benda uji tidak mencapai batas minimum yang ditetapkan dalam SNI 03-0691-1996.*

Kata-kata kunci: *blotong; paving block; kuat tekan; daya serap air; SNI 03-0691-1996.*

I. PENDAHULUAN

Pertumbuhan infrastruktur yang pesat di Indonesia mendorong peningkatan kebutuhan material konstruksi yang berkualitas, ekonomis, dan ramah lingkungan. Salah satu material yang banyak digunakan adalah paving block yang umumnya diaplikasikan pada jalan lingkungan, trotoar, dan area parkir.

Berdasarkan SNI 03-0691-1996, paving block dibuat dari campuran semen portland, air, dan agregat halus-kasar, dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya. Tantangan yang dihadapi industri adalah menjaga kualitas produk agar memenuhi standar kuat tekan dan penyerapan air yang telah ditetapkan.

Mengutip dari portalberita.lumajangkab.go.id, Kabupaten Lumajang memiliki potensi besar dalam sektor tebu dengan luas lahan lebih dari 15.000 hektar. Pemerintah pusat dan daerah berkomitmen untuk mendukung peningkatan produktivitas melalui perbaikan infrastruktur pertanian. Pemilihan blotong didasarkan pada ketersediaannya yang melimpah, khususnya di

wilayah Kabupaten Lumajang yang merupakan lokasi berdirinya Pabrik Gula (PG) Jatiroto sebagai salah satu penghasil utama limbah blotong. Pemanfaatan limbah blotong (abu ampas tebu) masih terbatas, hanya digunakan sebagai bahan alternatif pengganti kayu bakar, bahan baku pupuk, dan bahan baku pembuatan kertas atau komposit.

Oleh karena itu, penelitian ini ingin mengembangkan pemanfaatan limbah blotong sebagai bahan substitusi pembuatan produk bangunan berupa paving block untuk meningkatkan nilai guna limbah tersebut serta mendukung prinsip pembangunan berkelanjutan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Beberapa penelitian terdahulu telah mengevaluasi pemanfaatan limbah industri sebagai bahan substitusi paving block. Amiwarti et al. (2023) meneliti pengaruh abu ampas tebu terhadap kuat tekan beton K-250 dan menemukan adanya peningkatan kekuatan pada persentase tertentu.

Karolina et al. (2018) mengoptimalkan pemanfaatan fly ash dan bottom ash untuk paving block dan menyimpulkan bahwa substitusi material limbah dapat memenuhi SNI 03-0691-1996 apabila proporsinya terkontrol. Penelitian oleh Manganta et al. (2024) menegaskan potensi limbah tebu sebagai agregat halus, meskipun masih diperlukan inovasi dalam teknik pemadatan agar hasilnya lebih homogen. Penelitian Naumar et al. (2025) menunjukkan bahwa beberapa industri kecil hanya mampu menghasilkan kuat tekan 139,4 kg/cm² untuk mutu K-225 kg/cm² dan 140,6 kg/cm² untuk mutu K-250 kg/cm², yang keduanya berada di bawah target.

Di sisi lain, industri gula menghasilkan limbah padat yang cukup besar, salah satunya adalah blotong (abu ampas tebu) memperkirakan timbunan blotong mencapai 52.800–79.200 ton/tahun untuk gula kristal putih dan 67.418–111.240 ton/tahun untuk gula rafinasi (Putri et al., 2025). Selama ini, pemanfaatan blotong masih terbatas pada bahan baku pupuk, bahan bakar, atau bahan pembuatan kertas. Padahal, komposisi mineral di dalamnya berpotensi digunakan sebagai bahan campuran material konstruksi.

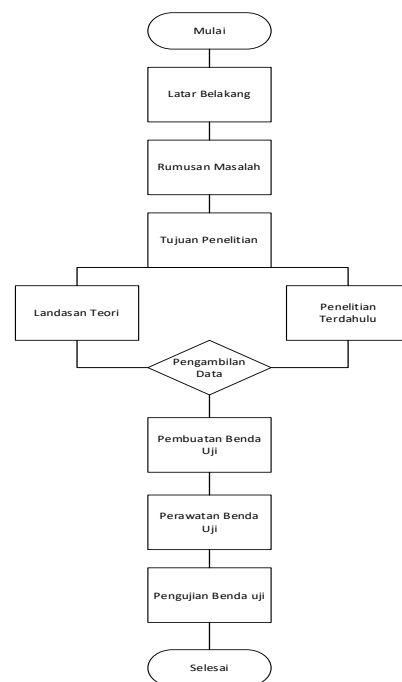
III. METODE

Penelitian dilakukan menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimental untuk menguji pengaruh perlakuan terhadap objek yang diteliti. Data yang diperoleh berupa angka-angka dan hasil eksperimen yang terstruktur. Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh langsung substitusi blotong terhadap nilai kuat tekan dan kemampuan penyerapan air paving block.

Pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian dilakukan melalui observasi terstruktur, pengujian laboratorium, dan dokumentasi selama proses penelitian berlangsung. Data yang digunakan adalah data primer yang berupa data observasi blotong, data bahan material pembuatan paving block, data pengujian kuat tekan, dan penyerapan air yang diperoleh dari laboratorium berdasarkan eksperimen langsung. Selanjutnya, digunakan pula data sekunder yang diperoleh dari SNI 03-0691-1996 tentang Bata Beton (Paving Block) dan referensi penelitian-penelitian yang berhubungan dengan pembuatan paving block. Diagram alir dapat dilihat pada gambar 1 berikut.

Material pada paving block pada penelitian ini terdiri dari blotong, semen, pasir dan air dengan komposisi campuran blotong 400 gram, pasir 800 gram, dan semen 400 gram untuk satu benda uji berukuran 20 x 10 x 6 cm. Pembuatan benda uji dilakukan secara manual mulai dari persiapan alat dan bahan, pencampuran material, hingga pencetakan. Selanjutnya, benda uji dikeringkan dalam suhu lingkungan selama 24 jam sebelum direndam dalam air. Perawatan benda uji berlangsung selama 21 dan 28 hari dengan melakukan perendaman. Pengujian dilakukan menggunakan metode uji kuat tekan pada benda uji berumur 21 dan 28 hari. Sebelum dilakukan pengujian, benda uji harus dikeringkan menggunakan oven selama 24 jam. Pengujian tersebut dilakukan di Laboratorium PUTR Kabupaten Lumajang menggunakan *compression testing machine*.

Pada penelitian ini juga dilakukan pengujian penyerapan air, sebelum benda uji direndam selama 24 jam. Setelah benda uji direndam selama 24 jam, benda uji di timbang dalam keadaan basah agar mengetahui berat jenis air, kemudian dikeringkan dengan cara dioven selama 24 jam. Benda uji yang sudah dioven selanjutnya ditimbang dalam keadaan kering oven. Selisih dari berat benda uji kering oven dan berat benda uji basah dianggap sebagai kemampuan penyerapan air pada benda uji *paving block*.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

SNI 03-0691-1996 mensyaratkan kuat tekan minimum dan batas penyerapan air maksimum 10% untuk paving block kelas D. Hal tersebut menjadi tolak ukur penting bagi penelitian yang mencoba memanfaatkan limbah sebagai bahan substitusi. Beberapa studi juga menunjukkan bahwa porositas tinggi pada paving block akan meningkatkan penyerapan air dan menurunkan kuat tekan (Oktavia et al., 2023; Abdila, 2025). Oleh karena itu, pengujian eksperimental pada paving block berbasis blotong sangat relevan untuk memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang material ramah lingkungan. Berdasarkan pengujian kuat tekan yang dilakukan pada 6 benda uji dan pengujian penyerapan pada 4 benda uji paving block substitusi blotong, diperoleh data yang menunjukkan perbedaan kuat tekan di masing masing umur pengujian dan perbedaan penyerapan masing masing benda uji. Berikut merupakan tabel hasil pengujian di umur 21 dan 28 hari.

Tabel 1. Hasil pengujian kuat tekan *paving block* umur 28 hari

Benda Uji	Kuat Tekan (kN)	Umur Benda Uji (Hari)
1	50	21
2	60	21
3	147,86	28
4	101,97	28
5	76,48	28
6	45,89	28

Hasil pengujian menunjukkan variasi kuat tekan pada umur 28 hari, berkisar 45,89–147,86 kN. Secara umum, kuat tekan beton meningkat dengan umur akibat proses hidrasi semen (Karolina et al., 2018). Namun, hasil yang fluktuatif pada benda uji blotong mengindikasikan adanya ketidakseragaman distribusi material dan pemadatan manual yang kurang efektif. Penelitian serupa oleh Amiwarti et al. (2023) juga menegaskan bahwa komposisi abu tebu yang tidak homogen dapat menurunkan konsistensi hasil kuat tekan.

Pengujian penyerapan air juga dilakukan dengan merendam 4 benda uji selama 24 jam, kemudian menimbang berat benda uji sebelum dan setelah perendaman dilakukan, serta ketika benda uji dalam kondisi kering oven. Perhitungan penyerapan air dapat dihitung dengan ditimbang dalam kondisi kering oven. Nilai penyerapan air benda uji dihitung berdasarkan selisih berat dalam kondisi JPK dan kering oven dalam satuan

persen. Berikut merupakan Tabel hasil perhitungan Penyerapan air.

Tabel 2. Hasil perhitungan penyerapan air pada *paving block* umur 28 hari

Nama	Berat Beton Basah (Kg)	Berat Beton Kering (Kg)	Penyerapan Air
Benda Uji 3	2,1519	1,8790	14,524
Benda Uji 4	2,2474	1,9597	14,681
Benda Uji 5	2,0853	1,7672	18,000
Benda Uji 6	2,1257	1,8338	15,918
Rata-rata			15,781

Berdasarkan Tabel 2 diketahui nilai penyerapan air rata-rata sebesar 15,78% yang melebihi ambang batas 10% SNI 03-0691-1996. Tingginya penyerapan ini memperlihatkan porositas internal yang besar, sejalan dengan temuan Nofrianto dan Hutrio (2023) bahwa variasi agregat halus sangat berpengaruh terhadap porositas paving block. Hal ini diperkuat dengan pengamatan bahwa penggunaan blotong tanpa kerikil memperlambat ikatan antar partikel, sehingga meningkatkan permeabilitas.

Dari dua tabel hasil pengujian di atas terdapat perbedaan yang signifikan. Perbedaan tersebut bisa disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain:

1. Konsistensi campuran

Pada penelitian ini proses campuran dilakukan secara manual, hal tersebut dapat menjadi salah satu faktor yang menyebabkan distribusi material yang tidak homogen.

2. Konsistensi Pemadatan

Pemadatan yang dilakukan secara manual pada penelitian ini juga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi struktur paving blok

3. Material

Pada penelitian ini, tidak menggunakan kerikil sebagai salah satu bahan utama yang seharusnya ada dalam komposisi campuran. Hal ini bisa menjadi faktor yang paling mempengaruhi pengikatan campuran.



Gambar 2. Pengujian kuat tekan paving block

Secara umum, kuat tekan beton akan meningkat seiring dengan bertambahnya umur akibat proses hidrasi semen yang semakin meningkat. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini membuktikan bahwa blotong memberikan pengaruh yang bervariasi terhadap kuat tekan paving block. Kandungan senyawa organik yang ada di dalam blotong dapat berinteraksi dengan proses hidrasi semen pada kondisi tertentu, sehingga dapat meningkatkan kekuatan paving block.



Gambar 3. Hasil cetakan paving block

Pencetakan dan pemadatan paving block dilakukan secara manual menggunakan cetakan berbahan kayu. Gambar 3 di atas menunjukkan hasil paving block yang telah dikeluarkan dari cetakan.



Gambar 4. Penimbangan paving block kondisi JPK

Sebelum dilakukan pengujian kuat tekan dan penyerapan air, benda uji harus direndam selama 24 jam. Selanjutnya, benda uji harus dikeringkan hingga dalam kondisi JPK untuk ditimbang. Gambar 4 di atas menunjukkan berat benda uji 5 dalam kondisi JPK sebesar 2,085 kilogram. Hasil penimbangan kondisi JPK benda uji yang lain dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 5. Penimbangan paving block kondisi kering oven
Benda uji paving block pada gambar 4 selanjutnya dikeringkan menggunakan oven selama 24 jam untuk memperoleh benda uji dalam kondisi kering oven. Kemudian benda uji dikeluarkan dari oven dan ditimbang berat keringnya. Gambar 5 di atas menunjukkan hasil penimbangan benda uji 3 sebesar 1,438 kilogram. Berdasarkan Tabel 1, diketahui berat benda uji 3 kondisi JPK sebesar 2,1519 kilogram. Berdasarkan data tersebut, benda uji mengalami penurunan berat karena agregat kehilangan air yang diserapnya setelah dilakukan pengovenan. Blotong merupakan limbah padat pabrik gula dengan volume tahunan mencapai puluhan ribu ton (Putri et al., 2025). Selama ini

pemanfaatannya masih terbatas pada pupuk dan bahan bakar, sehingga banyak yang ditimbun di lahan terbuka. Dengan mengintegrasikan blotong ke dalam produksi paving block, sebagian besar limbah ini dapat dimanfaatkan kembali sebagai material konstruksi. Pendekatan ini mendukung prinsip circular economy di mana limbah industri dialihkan menjadi produk bernilai tambah (Firmansyah et al., 2023). Dari sisi ekonomi, substitusi blotong membuka peluang penghematan biaya produksi sekaligus diversifikasi produk bagi pabrik gula dan industri konstruksi. Dengan demikian, meskipun hasil penelitian awal ini belum memenuhi standar teknis, pemanfaatan blotong tetap bisa dijadikan sebagai solusi jangka panjang dalam pengelolaan limbah industri gula.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini mengkaji penggunaan blotong (abu ampas tebu) sebagai bahan substitusi dalam pembuatan *paving block* tanpa agregat kasar (kerikil). Hasil eksperimen menunjukkan bahwa substitusi blotong memberikan pengaruh yang bervariasi terhadap kuat tekan *paving block*. Pada umur 21 hari, kuat tekan berkisar antara 50-60 kN, sementara pada umur 28 hari berkisar antara 45,89-147,86 kN. Benda uji 3 mencatatkan nilai tertinggi sebesar 147,86 kN, namun benda uji 6 justru mengalami penurunan performa dengan kuat tekan hanya 45,89 kN meskipun diuji pada umur 28 hari.

Meskipun terjadi peningkatan kekuatan seiring bertambahnya umur akibat proses hidrasi semen, seluruh benda uji gagal memenuhi standar SNI 03-0691-1996 untuk *paving block* kelas D dari segi kuat tekan maupun penyerapan air. Berdasarkan standar tersebut, *paving block* kelas D harus memiliki kuat tekan minimum 8,5 MPa (setara dengan 170 kN) berdasarkan luas penampang benda uji dan penyerapan air maksimum 10%. Namun, nilai kuat tekan tertinggi dalam penelitian ini sebesar 147,86 kN dan rata-rata penyerapan air mencapai 15,781% yang berarti tidak memenuhi standar.

Kegagalan untuk memenuhi standar dapat dipengaruhi beberapa faktor berikut.

1. Penghilangan kerikil sebagai agregat utama menyebabkan lemahnya struktur ikatan beton, sehingga mengurangi kekakuan dan daya dukung.
2. Kandungan senyawa organik dan porositas tinggi pada blotong dapat mengganggu ikatan semen-agregat dan meningkatkan rongga udara pada beton.
3. Proses produksi manual dalam pencampuran, pemadatan, dan perawatan menyebabkan tidak homogenya campuran beton.

Hasil ini menunjukkan bahwa substitusi blotong secara langsung tanpa optimasi komposisi dan metode produksi belum layak secara teknis untuk aplikasi struktural seperti *paving block* kelas D. Namun, potensi limbah blotong sebagai material konstruksi tetap signifikan dari sudut pandang keberlanjutan yang dapat mengurangi beban lingkungan dan ketergantungan pada agregat alam.

Pada penelitian selanjutnya, disarankan untuk meningkatkan jumlah sampel benda uji agar memperoleh hasil pengujian yang lebih representatif dan mengurangi variasi acak. Menggunakan metode pembuatan yang lebih terstandar, seperti penggunaan alat pemadat mekanis untuk mengurangi variasi acak akibat pemadatan manual. Melakukan variasi persentase substitusi blotong untuk menentukan komposisi optimal yang memberikan kinerja terbaik. Penelitian ini memberikan kontribusi awal dalam pengembangan pemanfaatan limbah blotong untuk aplikasi material konstruksi. Dengan optimalisasi lebih lanjut, substitusi blotong berpotensi menjadi alternatif yang ramah lingkungan dan ekonomis dalam industri *paving block*.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhir, T., & Memenuhi Persyaratan, U. (2018). *The application of response surface methodology (RSM) to increase the compressive strength of the paving block with a mixture of bagasse ash*.
- Amiawati, A., Kurniawan, R., & Muda, T. (2023). Pengaruh penambahan abu ampas tebu terhadap kuat tekan beton K-250. *JUTEKS: Jurnal Teknik Sipil*, 8(1), 43. <https://doi.org/10.32511/juteks.v8i1.964>
- Firmansyah, A. H., Zamrud, W., & Naryono, E. (2023). Studi kelayakan pemanfaatan limbah (blotong, ampas tebu, tetes) sebagai biobriket. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 9(3), 303–317. <https://doi.org/10.33795/distilat.v9i3.3798>
- Karolina, R., Syahrizal, S., & Bahri, N. (2018). Optimization of fly ash and bottom ash substitution against paving block manufacture according to SNI 03-0691-1996. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 309(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/309/1/012134>
- Manganta, M., Mustari, I., Amalia, N., & Alam, Y. R. (2024). Pemanfaatan limbah tebu sebagai bahan agregat halus untuk paving block (Utilization of sugar

- cane waste as fine aggregate material for paving blocks). *Journal of Applied Civil and Environmental Engineering*, 4(1).
- Naumar, A., et al. (2025). Pendampingan produksi paving block bermutu pada industri kecil UD. Safira Taraso. *Jurnal Teknologi dan Vokasi*, 3(1), 64–71. <https://doi.org/10.21063/jtv.2025.3.1.64-71>
- Nofrianto, H., & Dwi Astika, S. (2023). Kajian pasir silika sebagai agregat halus pada campuran asphalt concrete wearing course (AC–WC) berdasarkan uji Marshall. *Jurnal Teknologi dan Vokasi*, 1(1), 53–66. <https://doi.org/10.21063/jtv.2023.1.2.7>
- Nofrianto, H., & Hutrio, H. (2023). Analisis mutu paving block dengan variasi agregat halus. *Jurnal Teknologi dan Vokasi*, 1(1), 54–62. <https://doi.org/10.21063/jtv.2023.1.1.8>
- Oktavia, C., Afina, S., & Amran, Y. (2023). *e-ISSN: 2548-6209; p-ISSN: 13(1)*. <http://u.lipi.go.id/1320332466>
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. (2023). *Outlook tebu 2023*. Sekretariat Jenderal, Kementerian Pertanian. <https://pertanian.go.id>
- Putri, A. A., Soesilo, T. E. B., & Agustina, H. (2025). Perubahan karakteristik fisika-kimia blotong dari industri gula rafinasi selama di penimbunan terbuka. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 24(1), 9–20. <https://doi.org/10.14710/jkli.24.1.9-20>
- Rizki Abdila, S., et al. (2025). Performance of paving block using geopolymer method with slag and fly ash: A review, 15(1).
- Robertul Huda, A., et al. (2023). *Manfaat limbah blotong untuk bahan baku produksi biogas dalam pengembangan bisnis (The 4th ICO EDUSHA 2023)*. <https://prosiding.stainim.ac.id>
- Badan Standardisasi Nasional. (1996). *SNI 03-0691-1996: Bata beton (paving block)*.
- Widhiastuti, Y., Rahmawati, A. N., & Khoiri, H. A. (2024). Optimalisasi penggunaan ampas tebu (*Saccharum officinarum*) sebagai material komposit dalam pembuatan paving block ramah lingkungan. *Pembangunan Infrastruktur Berkelanjutan*, 9(9).
- Pemerintah Kabupaten Lumajang. (n.d.). *Lumajang didukung pusat untuk tingkatkan produktivitas tebu rakyat*. <https://portalberita.lumajangkab.go.id/main/baca/aXK FgJhp>